图书情报工作
第 62 卷 第 14 期　2018 年 7 月

学术期刊评价中不同指标之间互补研究

■ 徐新华[1]　俞立平[2]　王作功[3]

[1] 南昌大学经济管理学院　南昌 330031　[2] 浙江工商大学管理工程与电子商务学院　杭州 310018

[3] 贵州财经大学金融学院　贵阳 550025

摘要：［**目的/意义**］讨论科技评价中隐含的指标之间的互补问题，即一个指标不增加或增加很少，通过其他指标增加较多来进行弥补问题，并将互补分为等额互补、超额互补、欠额互补三类，进而分析指标之间互补对不同评价方法的影响。［**方法/过程**］设计一种检验和判定方法，针对某种非线性评价方法，维持一个指标不变，计算增加其他不同属性指标均值带来评价值的变化大小，并与线性加权法评价值变化大小进行比较。［**结果/结论**］研究发现，多属性评价方法指标之间的互补是个复杂问题，受评价方法、指标数据、权重设置、补偿值大小等多种因素的影响；基于比值的多属性评价方法更容易出现欠额互补；由于同类评价指标之间的相关性，讨论指标间互补应在不同属性指标间进行；指标互补问题对于多属性评价方法选取具有深远影响，本质上变相改变指标权重，可以作为评价结果检验和管理控制的一种方法。

关键词：科技评价　指标互补　线性评价　非线性评价

分类号：G302

DOI：10.13266/j.issn.0252－3116.2018.14.012

1　引言

在创新型国家建设背景下，科技评价工作的地位与作用与日俱增，评价方法也日趋多样。目前在科技评价中，主要有 3 大类评价方法：①第一类是同行评议，这主要是一种定性评价，通过领域专家进行评价，如基金评审、职称评审等；②第二类是采用单一指标进行评价，如采用授权发明专利数评价创新产出，通过 h 指数[1]评价学者的影响力；③第三类是采用指标体系进行评价，针对一定的评价领域，选取若干评价指标，采用多属性评价方法进行评价，所采用的评价方法众多，如线性加权法、层次分析法、熵权法[2]、主成分分析、秩和比法、TOPSIS[3]、VIKOR[4]等，目前已经产生了上百种多属性评价方法。由于多属性评价方法采用的指标众多，包含的信息量大，因而得到了广泛的应用。

在多属性评价方法中，评价指标之间的互补问题是隐含的，一直没有受到重视。比如用语文、英语、数学、物理、化学 5 门课程考评学生，每门课程 100 分，总分 500 分，相当于采用线性加权法进行评价。人们熟悉的常识是，如果语文考砸了，比如少考 15 分，但是数学、物理比平时多考了 20 分，那么总分还可以提高 5 分，从而维持名次大体不变甚至略有上升，这就是数学、物理对语文成绩的互补。在采用线性加权法进行评价时，在不考虑权重的情况下，不同评价指标之间是等额互补的，但是在非线性加权类评价中，评价指标之间就不是等额互补的，可能会出现以下两种情况：①第一种是超额互补，比如在语文少考 15 分的情况下，数学多考 20 分，但是总分会增加 8 分；②第二种情况是欠额互补，比如在语文少考 15 分，数学多考 20 分的情况下，总分会减少 7 分。

多属性评价方法的多样性导致了评价指标之间互补的复杂性。早期科技评价往往采用线性评价方法，最近 10 多年来，采用复杂的数学模型进行科技评价的研究越来越多，原理各不相同，有各自的优点和不足，但是由于多属性评价方法总体上适用性比较宽泛，导致目前在科技评价中，如果加上经过改进的评价方法，已经有几百种多属性评价方法得到了应用，其中绝大多数是非线性评价方法。这些评价方法的应用丰富了科技评价的理论与实践，但是也带来了评价指标之间互补的不确定性，这个问题是科技评价的基础理论问题，广泛存在于经济、社会等评价中。对评价指标之间

作者简介：徐新华（ORCID：0000－0003－0899－2713），副教授，硕士；俞立平（ORCID：0000－0001－9079－1165），教授，博士生导师，博士；王作功（ORCID：0000－0002－5835－3883），教授，博士生导师，博士，通讯作者，E-mail：228343533@qq.com。

收稿日期：2018－01－28　修回日期：2018－04－03　本文起止页码：98－105　本文责任编辑：徐健

的互补性进行测度和分类，分析其作用机理及对科技评价产生的影响，对于选择多属性评价方法以及防止对评价指标的操纵等均具有重要意义。

关于多属性评价中指标之间的互补问题研究总体不多。邱东[5]认为几何平均合成法是一种不允许单个变量值之间相互“补偿”或很少相互“补偿”的合成方法；苏为华[6]研究了几何平均合成法、调和平均合成法、平方平均合成法指标之间的补偿问题，认为补偿量的大小一方面取决于变动量△的大小，另一方面也取决于评价指标之间的差异程度，并不能绝对地断言哪一种平均方法的补偿一定小或一定大。由于早期多属性评价方法应用种类较少，随着多属性评价方法日益增多，关于评价指标之间的补偿问题，在以下方面有待深入：

（1）多属性评价方法指标之间互补的基础理论问题。比如互补的定义、互补的分类、互补的测度、互补对评价的影响等。

（2）线性加权评价方法指标之间互补的测度问题。线性加权法是传统的多属性评价方法，在实践中应用也较为广泛，如中国科学技术信息研究所、中国社会科学院中国社会科学评价中心、北京大学图书馆、南京大学中国社会科学研究评价中心等评价机构均采用该方法进行学术期刊评价。

（3）非线性加权评价方法指标之间互补的测度问题。非线性评价方法众多，拟选取几种典型的非线性评价方法，比如 TOPSIS、VIKOR、调和平均、几何平均等，对非线性评价方法指标之间的互补进行测度和分析。

笔者以 JCR 2016 数学期刊为例，在对多属性评价方法评价指标之间互补理论分析的基础上，设计研究框架与实验方法，通过因子分析法提取公共因子，然后以互不相关的公共因子采用不同的多属性评价方法进行评价，分析公共因子之间的互补问题，得出研究结论并进行讨论。

2 研究方法

首先将评价指标之间的互补问题进行分类，然后提出实验方法，并对实验指标数量进行选择。由于在实验中要提升指标值，会提升标准化指标的极大值，所以要对指标标准化方法进行重新设计。最后以线性加权汇总、调和平均、几何平均、TOPSIS、VIKOR 5 种评价方法为例，比较不同评价方法对指标互补性的影响。

2.1 指标之间互补的分类

在科技评价中，评价指标之间的互补可以分为等额互补、超额互补、欠额互补 3 种情况。

所谓等额互补，就是被互补指标加权减少的一定数额，可以用互补指标加权增加等额数值来弥补，从而维持总评价值不变。假设 X_1 是被互补指标，X_2、X_3 是互补指标，它们的权重分别为 ω_1、ω_2、ω_3，X_1 减少 Δ_1，X_2 增加 Δ_2，X_3 增加 Δ_3，等额互补是在公式（1）成立的情况下，评价值保持不变：

$$\omega_1\Delta_1 = \omega_2\Delta_2 + \omega_3\Delta_3 \qquad \text{公式(1)}$$

可以证明，线性加权类评价方法是等额互补的，这是它的一个重要性质，也是分析其他多属性评价方法指标之间互补问题的基础。

所谓超额互补，就是被互补指标加权减少的一定数额，用互补指标加权增加等额数值来弥补后，总评价值增加。

所谓欠额互补，就是被互补指标加权减少的一定数额，用互补指标加权增加等额数值来弥补后，总评价值减少。

2.2 实验方法设计

为了比较不同多属性评价方法评价指标之间的互补问题，可以用具有等额互补特性的线性加权法作为基础来进行比较。为了简化起见，暂不考虑权重，假设维持 X_1 不变，X_2、X_3 各增加 10%，那么评价值增加 $0.1(X_2+X_3)$。对于其他多属性评价方法，在 X_2、X_3 各增加 10% 的情况下，如果评价值增加超过 $0.1(X_2+X_3)$，就是超额互补，如果评价值增加小于 $0.1(X_2+X_3)$，就是欠额互补。

笔者以线性加权法为基础，选取传统非线性评价方法，包括几何平均法、调和平均法，以及近年来应用较广的 TOPSIS、VIKOR 为例，分析不同多属性评价方法的互补特点与类型，其技术路线如图 1 所示：

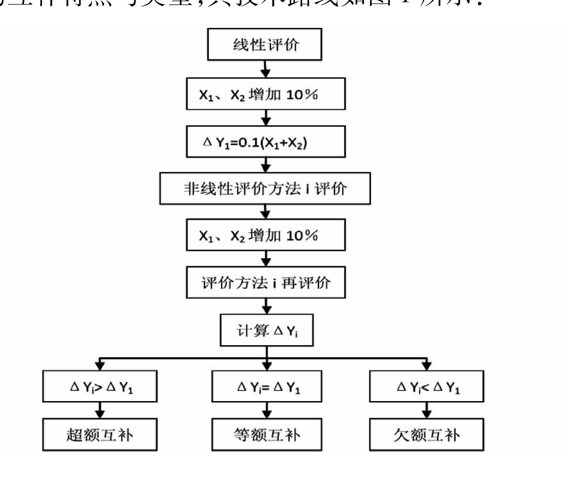


图 1 技术路线

需要说明的是，由于不同非线性评价方法原理不同，算法不一，为了简化起见，除了不考虑权重以外，假设互补指标为 X_2、X_3，互补指标增加时也是等额增加，即每个指标均增加 10%，之所以选择 10%，因为这是日常生活中可能发生的增长率。

2.3　基础评价指标的选择

在研究多属性评价方法评价指标之间的互补性问题时，如何选择评价指标是个非常重要的问题，需要考虑的问题主要有以下几个方面：

（1）评价指标的数量：作为研究的一个算例，既要考虑到能够说明评价指标之间互补性这个问题，也要考虑指标数量不宜过多，遵循简捷原则，因此评价指标以 3－4 个为宜。如果是两个评价指标，那么只存在一个指标对另一个指标的替代，问题又过于简单，不具有代表性；如果选择 10 个评价指标，问题又过于复杂，因为指标替代问题被稀释了，对评价值不敏感。所以选择 1 个被替代指标、2 个替代指标、3 个总指标。

（2）不同属性的补偿问题：或者称为评价指标之间相关性问题，这是个隐含问题。一般而言，同类评价指标之间相关度是很高的，比如在学术期刊影响力指标中，总被引频次、h 指数和特征因子之间的相关度往往很高，理论上可以研究 h 指数和特征因子对总被引频次的替代，但在实际中几乎是不可能的，因为高 h 指数期刊，其总被引频次和特征因子也较高，极少会出现 h 指数和特征因子增加，总被引频次反而减少或维持不变的情形。在研究评价指标之间的替代关系时，评价指标之间最好不相关。做到评价指标之间相关度较低的方法有两种：第一是选择不相关的指标，第二是通过因子分析提取公共因子。笔者采取第二种方法，因为这样处理指标代表性好，独立性更高，而第一种方法指标之间的相关系数难以做到较低。

2.4　评价指标增加后的数据标准化处理

在研究设计中，希望 X_2、X_3 各增加 10%，但是如果将这两个指标分别乘以 1.1 后进行评价是错误的，因为在多属性评价中，评价指标标准化后极大值必须为 1，X_2、X_3 各增加 10% 后其极大值均为 1.1，必须重新进行标准化，但是重新进行标准化又不能保证 X_2、X_3 各增加 10%，在这种情况下，采用动态最大均值逼近标准化方法（见图 2），可以在提高指标均值 10% 的同时保证极大值为 1。以 X_j 为例，主要步骤如下：

第一，对所有评价指标进行标准化，其方法是所有正向指标除以极大值然后乘以 100（以百分制为例），所有反向指标用极大值减去该指标先转为正向指标，然后视同正向指标再做一次标准化。接着计算各指标标准化后的均值。

第二，对 X_j 求均值，得到 K，标准化目标就是使得 Xj 的均值为 1.1 K，但是极大值仍然为 1。

第三步，对 X_i 全部加上 0.1K，这样 X_j 的极大值就变为 1＋0.1 K。

第四步，对 Xi 做第二次标准化，同时除以 1＋0.1K，但是这会降低 Xj 的均值，使其小于 1.1K，于是，继续对 X_j 加上 K 与现均值的差，继续做第三次标准化，如此循环，直到增加的均值差 $1.1K-X_j$ 在许可范围内，比如 1%，至此标准化结束。

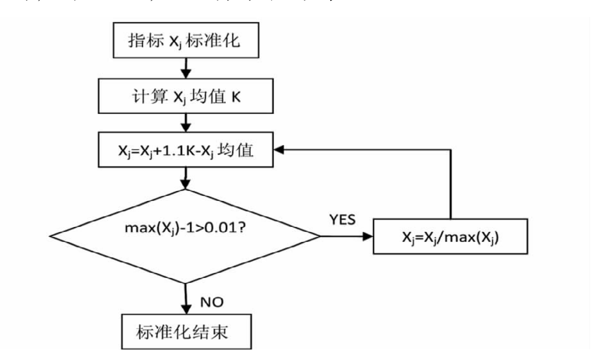


图 2　动态最大均值逼近标准化

下面对动态最大均值逼近标准化方法中，每循环一次均值就会增加进行证明。进行二次标准化前，需要增加均值，计算公式如下：

$$X_j' = X_j + K - \overline{X}_j \qquad \text{公式(2)}$$

接着进行二次标准化处理，计算公式如下：

$$X_j'' = \frac{X_j + K - \overline{X}_j}{\max(X_j + K - \overline{X}_j)} = \frac{X_j + K - \overline{X}_j}{100 + K - \overline{X}_j} \qquad \text{公式(3)}$$

只要证明 X_j'' 的均值递增即可，计算公式如下：

$$\overline{X_j''} - \overline{X_j} = \frac{\sum_{i=1}^{m} X_j + K - \overline{X_j}}{1 + K - \overline{X_j}} - \overline{X_j} = \frac{\sum_{i=1}^{m} / m + (K - \overline{X_j}) - \overline{X_j} - (K - \overline{X_j})\overline{X_j}}{1 + K - \overline{X_j}} = \frac{(K - \overline{X_j})(1 - \overline{X_j})}{1 + K - \overline{X_j}} > 0 \qquad \text{公式(4)}$$

由于 K 是标准化的均值目标，因此 $K-\overline{X_j}>0$，X_j 的均值肯定小于标准化的极大值 1，因此 $1-\overline{X_j}>0$，所以公式（4）肯定大于 0。

动态最大均值逼近标准化方法标准化过程需要执行多次，依靠编程可以简单解决。标准化后指标的均值绝对可以达到设置的目标值，比如提高 10%，极大值会略大于 1，可以通过设计阈值进行控制，比如不超过 1%，这样对评价结果排序影响很小。重要的是，它

是一种线性标准化方法,不会破坏原始指标隐藏的大量信息,也不会改变数据分布特征。

2.5 几种多属性评价方法

（1）加权线性汇总。线性加权法是最传统的评价方法,一般也称为加法合成,评价时将原始指标首先进行标准化处理,然后采用主观、客观或者主客观相结合方法赋予权重,最后再进行加权汇总。计算公式如下：

$$C_i = \sum_{j=1}^{n} \omega_j x_{ij} \qquad \text{公式(5)}$$

在公式(5)中,C_i 表示评价结果,ω_j 表示权重,x_{ij} 表示评价指标,m 为评价对象数,n 为评价指标数。

（2）调和平均。调和平均也是传统的评价方法,是评价指标倒数平方和的倒数。调和平均受极端值影响较大,受极小值的影响比极大值更大,比较适合需要兼顾指标间协调发展的评价。计算公式如下：

$$C_i = \frac{1}{\sum_{j=1}^{n} \frac{1}{\omega_j x_{ij}}} \qquad \text{公式(6)}$$

（3）几何平均。几何平均也是一种传统的合成方法,几何平均受极端值的影响比调和平均更大,其计算公式如下：

$$C_i = x_1^{\omega_1} x_2^{\omega_2} \cdots x_n^{\omega_n} \qquad \text{公式(7)}$$

（4）TOPSIS 评价。TOPSIS 是 C. L. Huang[3] 提出的一种多属性决策方法,当然也可以用于评价。它通过计算评价对象到理想解与负理想解的相对距离来打分,最好的评价值称为理想解,如果评价指标标准化后极大值为 1,那么理想解就是 1;最差的评价值称为负理想解,其计算公式如下：

$$C_i = \frac{\sqrt{\sum_{j=1}^{n} \omega_j (x_{ij} - x_j^-)^2}}{\sqrt{\sum_{j=1}^{n} \omega_j (x_{ij} - x_j^+)^2} + \sqrt{\sum_{j=1}^{n} \omega_j (x_{ij} - x_j^-)^2}} \qquad \text{公式(8)}$$

在公式(8)中,x_j^+ 为理想解,x_j^- 为负理想解,评价值介于 0～1 之间。

（5）VIKOR 评价。VIKOR 是 S. Opricovic[4] 提出的,它充分考虑最大化的“群体效益”和最小化的“个体遗憾”,其评价的基本步骤如下：

①选取评价指标,对评价指标标准化,确定正理想解 f_{ij}^+、负理想解 f_{ij}^-。

②计算评价对象 的群体利益 S 值和反对者个体遗憾的 R 值：

$$S_i = \sum_{j=1}^{n} \omega_j \frac{f_{ij}^+ - f_{ij}}{f_{ij}^+ - f_{ij}^-}$$
$$R_i = \max_j \omega_j \frac{f_{ij}^+ - f_{ij}}{f_{ij}^+ - f_{ij}^-} \qquad \text{公式(9)}$$

③计算评价值 Q：

$$Q_i = v\left(\frac{S_i - S^-}{S^+ - S^-}\right) + (1-v)\left(\frac{R_i - R^-}{R^+ - R^-}\right) \qquad \text{公式(10)}$$

其中,$S^+ = \max S_i$,$S^- = \min S_i$,$R^+ = \max R_i$,$R^- = \min R_i$。v 表示群体效用 R 和个体遗憾 S 的调节系数,当 $v > 0.5$ 时侧重群体满意度评价;当 $v < 0.5$ 时侧重个体遗憾度评价,一般情况下 $v = 0.5$。

④按照 S,R,Q 升序排序,越排在前面的评价对象越好。

⑤对妥协解的验证。对 Q 进行升序排序,假设 A 是最优解,B 排第二位,那么 Q 满足以下条件(若有一个条件不满足,则存在一组妥协解)：

条件 1：假设 M 是方案个数,$DQ = 1/(M-1)$,那么 $Q(B) - Q(A) \geq DQ$。

条件 2：根据 S 和 R 值,A 也是最优解。

3 实证研究结果

3.1 研究数据

笔者以 JCR2016 数学期刊为例,公布的评价指标主要有 11 个,具体包括：总被引频次、他引影响因子、影响因子、影响因子百分位、5 年影响因子、特征因子分值、标准化特征因子、论文影响分值、即年指标、被引半衰期、引用半衰期。JCR2016 数学期刊共有 310 种,少数期刊存在数据缺失,经过清洗后还有 294 种期刊。

3.2 评价指标的准备

正如前文分析,为了对不同多属性评价方法评价指标之间的互补问题进行研究,需要选择 3－4 个评价指标,并且最好评价指标之间不相关。所以实证研究的第一步工作就是通过因子分析选取公共因子,因为公共因子数量一般不会多,并且它们之间不相关。对 JCR2016 中 294 种期刊进行因子分析,其取样足够度 KMO 值为 0.823,大于 0.5;Bartlett 检验值为8 100.961,相伴概率为0.000,符合采用因子分析的前提条件。其公共因子提取情况如表 1 所示：

表 1 公共因子提取

成份	初始特征值			旋转平方和载入		
	合计	方差的%	累积%	合计	方差的%	累积%
1	5.892	53.562	53.562	4.816	43.781	43.781
2	1.949	17.721	71.283	2.952	26.837	70.619
3	1.140	10.360	81.643	1.213	11.024	81.643

特征根大于 1 的共有 3 个因子,其累计方差贡献率为 81.643%,具有较好的代表性,其旋转矩阵见表 2。在第一因子中,影响因子、他引影响因子、5 年影响

因子、即年指标、特征因子、论文影响分值的系数较大，可以称为期刊影响力因子；在第二因子中，总被引频次、被引半衰期、引用半衰期的系数较大，这和期刊办刊历史、期刊时效性相关，可以称为期刊时效因子；在第三因子中，平均影响因子百分位、标准特征因子的系数较大，这两个都是对原始影响力指标进行适当转换后的指标，可以称为期刊转换影响力因子。

表 2 旋转矩阵

评价指标	因子 1	因子 2	因子 3
总被引频次	0.229	0.921	-0.113
影响因子	0.958	0.212	0.030
他引影响因子	0.962	0.196	0.001
5 年影响因子	0.773	0.269	-0.006
即年指标	0.935	0.221	0.023
被引半衰期	0.267	0.946	-0.041
引用半衰期	0.267	0.946	-0.041
特征因子	0.882	0.193	-0.168
论文影响分值	0.726	0.115	0.098
平均影响因子百分位	0.028	-0.227	0.729
标准特征因子	-0.011	0.080	0.791

3.3 原始指标评价结果对比

下面就选取这 3 个因子作为评价指标进行评价，并检验不同多属性评价方法评价指标之间的互补性，影响力因子 X1 作为被互补指标，时效因子 X2 和转换影响力因子 X3 作为互补指标。首先采用这 3 个指标进行评价，评价方法分别选取 5 种方法进行评价，需要说明的是，为了简化起见，评价时暂不考虑权重，视同等权重处理，评价结果与排序见表 3。由于篇幅所限，本文仅公布线性加权法排序前 30 种期刊。由于评价方法不同，评价结果及其排序差异较大。

3.4 互补指标增加后评价结果

原始指标标准化后，影响力因子 X_1、时效因子 X_2、转换影响力因子 X3 的平均值分别为 17.815、20.199、9.257，现在固定影响力因子 X_1 不变，作为被互补指标，将互补指标时效因子 X_2、转换影响力因子 X3 的均值各提高 10%，分别达到 22.219、10.183，然后再采用 5 种评价方法进行评价，线性评价结果前 30 种期刊见表 4。注意经过互补后即使同一种评价方法，前 30 种期刊也不相同，这是正常现象。

表 3 原始指标评价结果

期刊名称	线性加权	排序	调和平均	排序	几何平均	排序	TOPSIS	排序	VIKOR	排序
J AM MATH SOC	45.065	1	7.854	2	26.115	5	0.321	22	0.555	5
ANN MATH	43.779	2	4.160	100	26.239	4	0.545	1	0.515	9
COMMUN PUR APPL MATH	43.736	3	3.612	131	21.943	13	0.446	8	0.385	31
PUBL MATH - PARIS	41.054	4	2.814	229	9.207	257	0.116	26	0.093	22
INVENT MATH	39.879	5	3.112	185	18.240	31	0.459	5	0.440	18
ADV NONLINEAR ANAL	35.797	6	1.585	290	12.644	145	0.506	2	0.359	42
FOUND COMPUT MATH	35.479	7	3.683	127	21.758	14	0.451	7	0.411	24
ACTA MATH - DJURSHOLM	35.429	8	6.797	9	27.520	2	0.499	3	0.559	4
DUKE MATH J	35.040	9	6.782	10	26.521	3	0.498	4	0.604	2
J EUR MATH SOC	32.964	10	3.720	124	19.849	19	0.367	15	0.313	65
FRACT CALC APPL ANAL	32.703	11	0.955	293	0.000	293	0.372	14	0.322	60
J DIFFER EQUATIONS	32.245	12	5.732	25	23.791	8	0.453	6	0.464	13
ANN SCI ECOLE NORM S	30.953	13	5.253	44	21.505	15	0.408	10	0.406	25
ANAL APPL	30.297	14	1.278	291	11.334	184	0.374	12	0.238	102
J MATH PURE APPL	29.624	15	0.839	294	0.000	294	0.372	13	0.218	116
COMMUN PART DIFF EQ	27.277	16	6.098	17	21.282	16	0.316	23	0.421	21
J DYN DIFFER EQU	27.020	17	6.244	13	22.296	12	0.359	17	0.479	12
ANAL PDE	26.591	18	3.128	183	15.062	81	0.290	25	0.221	114
CALC VAR PARTIAL DIF	25.472	19	7.353	4	25.880	6	0.342	19	0.577	3
J REINE ANGEW MATH	25.000	20	4.240	96	18.648	28	0.324	21	0.284	80
GEOM FUNCT ANAL	24.753	21	3.573	134	15.835	63	0.254	35	0.203	123
B AM MATH SOC	24.746	22	4.279	94	17.230	41	0.362	16	0.348	49
T AM MATH SOC	24.380	23	7.260	6	23.076	9	0.275	28	0.503	10
CALCOLO	24.223	24	5.491	35	18.741	27	0.234	40	0.315	61
J ALGEBRAIC GEOM	24.208	25	4.867	69	20.154	18	0.306	24	0.312	67
ADV MATH	23.697	26	11.530	1	37.811	1	0.382	11	0.889	1
J DIFFER GEOM	23.148	27	3.817	120	16.609	54	0.260	33	0.223	113
MATH ANN	23.030	28	4.047	109	17.483	36	0.279	26	0.253	94
COMPOS MATH	22.973	29	7.261	5	23.046	10	0.260	34	0.552	6
NUMER LINEAR ALGEBR	22.932	30	5.155	50	15.568	70	0.157	143	0.334	56

徐新华，俞立平，王作功. 学术期刊评价中不同指标之间互补研究［J］. 图书情报工作,2018,62(14):98－105.

表4　互补后评价结果比较

期刊名称	线性加权	排序	调和平均	排序	几何平均	排序	TOPSIS	排序	VIKOR	排序
ADV DIFFER EQU－NY	45.917	1	0.965	294	15.571	93	0.472	1	0.450	19
ANN MATH	44.680	2	4.850	85	28.107	3	0.458	2	0.538	7
FRACT CALC APPL ANAL	42.047	3	12.041	1	38.952	1	0.423	5	0.892	1
J AM MATH SOC	40.656	4	3.745	151	20.446	23	0.445	3	0.465	15
J DIFFER EQUATIONS	38.002	5	7.170	8	28.358	2	0.402	9	0.574	4
ADV MATH	37.994	6	7.041	10	27.180	6	0.408	6	0.618	2
COMMUN PUR APPL MATH	37.847	7	4.347	111	23.636	13	0.407	8	0.435	21
J MATH ANAL APPL	37.811	8	1.604	293	12.985	173	0.426	4	0.360	48
ADV NONLINEAR ANAL	37.031	9	2.240	285	18.079	45	0.407	7	0.323	66
INVENT MATH	36.120	10	4.295	116	23.746	12	0.382	10	0.408	27
T AM MATH SOC	34.019	11	6.121	26	24.681	8	0.369	11	0.481	13
FOUND COMPUT MATH	32.540	12	7.984	3	27.447	4	0.348	14	0.589	3
J FUNCT ANAL	30.735	13	5.628	43	22.391	15	0.338	15	0.423	24
ACTA MATH－DJURSHOLM	30.301	14	2.038	289	14.129	135	0.359	13	0.265	93
DUKE MATH J	30.299	15	4.353	109	21.448	17	0.323	16	0.336	59
J EUR MATH SOC	29.947	16	8.258	2	27.232	5	0.308	18	0.566	5
PUBL MATH－PARIS	29.328	17	0.871	295	8.532	284	0.367	12	0.219	121
NONLINEAR ANAL－THEOR	28.531	18	6.467	17	22.953	14	0.309	17	0.492	11
BOUND VALUE PROBL	26.999	19	7.978	4	25.434	7	0.271	26	0.538	8
LINEAR ALGEBRA APPL	26.537	20	4.527	97	17.957	50	0.306	19	0.365	44
J REINE ANGEW MATH	26.358	21	5.370	56	21.385	18	0.276	25	0.332	60
INT MATH RES NOTICES	26.089	22	6.360	20	22.016	16	0.277	23	0.435	22
MATH ANN	25.978	23	4.742	88	19.807	26	0.278	22	0.305	76
CALC VAR PARTIAL DIF	25.648	24	7.270	7	23.829	11	0.257	29	0.452	18
ANAL PDE	25.571	25	7.704	5	24.229	9	0.259	28	0.561	6
DISCRETE CONT DYN－A	25.318	26	7.506	6	23.829	10	0.253	30	0.513	10
ANN SCI ECOLE NORM S	24.263	27	3.721	155	16.767	66	0.277	24	0.244	103
J MATH PURE APPL	24.187	28	4.588	95	18.889	35	0.260	27	0.274	88
P AM MATH SOC	24.178	29	2.555	277	12.483	184	0.297	20	0.220	120
J ALGEBRA	23.582	30	2.937	254	13.330	165	0.286	21	0.232	112

3.5　互补前后评价均值比较

将原始指标评价结果均值与互补后评价结果均值进行比较,结果见表5。线性加权法属于基准评价方法,在影响力因子 X_1 维持不变,时效因子 X_2、转换影响力因子 X_3 各提高10%进行互补后,评价结果均值增加了6.15%,这属于等额互补。调和平均法和几何平均法互补后均值分别增加了8.65%和7.79%,均大于线性加权法,说明这是超额互补。VIKOR评价法互补后评价均值仅仅增加了1.58%,属于欠额互补。而TOPSIS评价法更特殊,补偿后评价值增加值为－5.59%,反而减少了,当然也属于欠额互补。

表5　指标互补后评价结果均值比较

评价方法	原始指标评价均值	互补后评价均值	评价值增加%
线性加权法	**15.753**	**16.720**	**6.15**
调和平均法	3.802	4.162	8.65
几何平均法	13.216	14.332	7.79
TOPSIS	0.103	0.097	－5.59
VIKOR	0.735	0.746	1.58

苏为华[6]认为不论是哪一种合成方法,既然是综合指标,就不可避免地存在着相互"补偿"的现象,只不过在程度上有些差异罢了。但是实际上,对于欠额互补,可能出现补偿值为负数的情况。此外,根据本文的定义,区分等额互补、超额互补、欠额互补可以更好地分析指标之间的互补关系。

邱东[5]认为几何平均法指标之间难以补偿,与他的研究结论不同,笔者发现几何平均法指标之间互补性较大,属于超额互补,超过了线性加权法。

4 结论与讨论

4.1 研究结论

（1）多属性评价方法指标之间的互补是个复杂问题。由于不同多属性评价方法的评价原理不同、指标数据特点不同、权重设置不同、互补值大小不同等因素的影响，导致多属性评价方法指标之间的互补问题比较复杂。线性加权法是等额互补，即某个指标加权减少的均值可以通过其他指标加权增加等额均值来进行弥补。其他非线性评价方法可能存在超额互补和欠额互补。所谓超额互补，就是加权等额均值互补后评价值是增加的；所谓欠额互补，就是加权等额均值互补后评价值降低。笔者通过实证研究发现调和平均和几何平均是超额互补，TOPSIS、VIKOR 法是欠额互补，但这不是一种证明，而是特定数据特定方法下的结果，如果更换互补指标，都有可能改变互补结果。

（2）基于比值的多属性评价方法更容易出现欠额互补。多属性评价方法本身比较复杂，根据评价原理大致可以分为基于比值的评价方法、基于总值的评价方法和其他评价方法，比如线性加权法、调和平均、几何平均总体上属于基于总值的评价方法，TOPSIS、VIKOR、数据包络分析总体上属于基于比值的评价方法，当然主成分分析、因子分析等则属于其他评价方法。对于基于比值的评价方法，由于其评价值是相对数，因此指标互补后更容易出现欠额互补的现象。进一步地，单调性好的评价方法，即某个评价指标均值增加，评价结果增加的多属性评价方法，可能会出现等额、超额、欠额互补三种情况；单调性较差的评价方法，即某个评价指标均值增加，评价结果减少的多属性评价方法，更容易会出现欠额互补。

4.2 讨论

（1）讨论指标间互补应在不同属性指标间进行。在科技评价中，由于指标之间高度相关，一个指标增加，另一个指标正常也会增加。在少数情况下，可能会出现一个指标减少，另一指标增加的现象，人们可能会认为这是一种指标间的互补，维持评价结果排序不变或者略有升高，但这属于特殊情况，是一种伪互补。所以在科技评价中，讨论评价指标之间的互补问题最好在不同属性、不同类型的指标之间进行。

（2）指标互补问题对于多属性评价方法选取具有深远影响。指标互补问题对于多属性评价方法选择具有重要影响，通常情况下，应该尽量选择等额互补评价方法。对于超额互补，相当于变相提高了互补指标的权重；对于欠额互补，相当于变相提高了被互补指标的权重，应该根据评价目的进行选择。由于指标之间互补的复杂性，即使对于同一评价方法的不同评价指标之间，互补类型可能也不一样。所以评价指标之间的互补问题可以作为对评价结果进行检验以及管理控制的一种方法，弄清不同类指标之间的两两互补关系，从而加深对不同指标权重的理解。

参考文献：

[1] HIRSCH J E. An index to quantify an individuals scientific research output[J]. Proceedings of the National Academy of Sciences, 2005, 102 (46):16569－16572.

[2] SHANNON C E, WEAVER W. The mathematical theory of communication[J]. Mobile computing and communications reviews, 1948, 5(1):3－55.

[3] HUANG C L, YOON K P. Multiple attribute decision making: methods and applications[M]. Berlin: Springer － Verlag, 1981:1－50.

[4] OPRICOVIC S. Multi criteria optimization of civil engineering systems[D]. Belgrade: Faculty of Civil Engineering, 1998.

[5] 邱东. 多指标综合评价方法[J]. 统计研究,1990(6):43－51.

[6] 苏为华. 多指标综合评价理论与方法问题研究[D]. 厦门：厦门大学,2000.

作者贡献说明：

徐新华：统计指标互补思路；
俞立平：全文的构思、写作；
王作功：文献检索、数据处理。

The Complementary Study among Different Evaluation Indexes in Academic Journal Evaluation

Xu Xinhua[1] Yu Liping[2] Wang Zuogong[3]

[1] School of management and economics, Nanchang University, Nanchang 330031

[2] Zhejiang Gongshang University, School of Management and E－Business, Hangzhou 310018

[3] Guizhou University of Finance and Economics, School of Finance, Guiyang 550025

Abstract: [**Purpose/significance**] This paper discusses the complementary problem between implicit indexes in science and technology evaluation. The complementary problem is that an index which does not increase or increases rarely

徐新华，俞立平，王作功. 学术期刊评价中不同指标之间互补研究［J］. 图书情报工作,2018,62(14):98－105.

can be compensated by other index increasing more, and the complementation is divided into equal complementation, excess complementation and under balance complementation. ［**Method/process**］It designed a method of test and judgment, aiming at a certain nonlinear evaluation method, and maintaining an index constant, to calculate the change of evaluation value which is caused by increasing other different attribute index average, and compared with the change of linear weighted method evaluation value. ［**Result/conclusion**］Research shows that the complementation between the index of multi－attribute evaluation method is a complex problem, which is influenced by various factors such as evaluation method, index data, weight arrangement and compensation value; the method of multi－attribute evaluation based on ratio is more likely to be the under balance complementation; due to the correlation between similar evaluation indexes, the indexes of complementary should be carried out between different attribute indexes; the complementation problem of indexes has a profound influence on the selection of multi－attribute evaluation methods, and in essence the index weight is changed euphemistically, which can be used as a method of evaluation test and management control.

Keywords: science and technology evaluation　indexes of complementary　linear evaluation　nonlinear evaluation

关于在学术论文署名中常见问题或错误的诚信提醒

恪守科研道德是从事科技工作的基本准则,是履行党和人民所赋予的科技创新使命的基本要求。中国科学院科研道德委员会办公室根据日常科研不端行为举报中发现的突出问题,总结当前学术论文署名中的常见问题和错误,予以提醒,倡导在科研实践中的诚实守信行为,努力营造良好的科研生态。

提醒一:论文署名不完整或者夹带署名。应遵循学术惯例和期刊要求,坚持对参与科研实践过程并做出实质性贡献的学者进行署名,反对进行荣誉性、馈赠性和利益交换性署名。

提醒二:论文署名排序不当。按照学术发表惯例或期刊要求,体现作者对论文贡献程度,由论文作者共同确定署名顺序。反对在同行评议后、论文发表前,任意修改署名顺序。部分学科领域不采取以贡献度确定署名排序的,从其规定。

提醒三:第一作者或通讯作者数量过多。应依据作者的实质性贡献进行署名,避免第一作者或通讯作者数量过多,在同行中产生歧义。

提醒四:冒用作者署名。在学者不知情的情况下,冒用其姓名作为署名作者。论文发表前应让每一位作者知情同意,每一位作者应对论文发表具有知情权,并认可论文的基本学术观点。

提醒五:未利用标注等手段,声明应该公开的相关利益冲突问题。应根据国际惯例和相关标准,提供利益冲突的公开声明。如资金资助来源和研究内容是否存在利益关联等。

提醒六:未充分使用志(致)谢方式表现其他参与科研工作人员的贡献,造成知识产权纠纷和科研道德纠纷。

提醒七:未正确署名所属机构。作者机构的署名应为论文工作主要完成机构的名称,反对因作者所属机构变化,而不恰当地使用变更后的机构名称。

提醒八:作者不使用其所属单位的联系方式作为自己的联系方式。不建议使用公众邮箱等社会通讯方式作为作者的联系方式。

提醒九:未引用重要文献。作者应全面系统了解本科研工作的前人工作基础和直接相关的重要文献,并确信对本领域代表性文献没有遗漏。

提醒十:在论文发表后,如果发现文章的缺陷或相关研究过程中有违背科研规范的行为,作者应主动声明更正或要求撤回稿件。

院属各单位应根据以上提醒,结合本单位学科特点和学术惯例,对科研人员进行必要的教育培训,让每一位科研工作者对学术论文署名保持高度的责任心,珍惜学术荣誉、抵制学术不端行为,将科研诚信贯穿于学术生涯始终。

来源:中国科学院监督与审计局